



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001110663 A**(43) Date of publication of application: **20.04.01**

(51) Int. Cl.

**H01F 41/14
G11B 5/31**(21) Application number: **11288658**(22) Date of filing: **08.10.99**(71) Applicant: **HITACHI LTD HITACHI METALS LTD**(72) Inventor:
**YOSHIOKA TAKESHI
TORII ZENZO
FUYAMA MORIAKI
OKADA TOSHIHIRO
KANAI SABURO
USUI TAKETO
HARADA HITOSHI****(54) TEST PIECE PROCESSING METHOD,
APPARATUS THEREFOR, AND METHOD FOR
MANUFACTURE OF MAGNETIC HEAD**

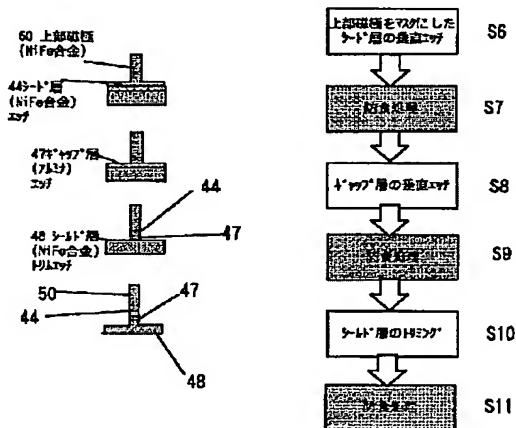
図 8

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a test piece processing method, apparatus and manufacturing method for magnetic head without such a post processing as removal of corrosion products only by corrosion treatment residual choline component by plasma process.

SOLUTION: Laminated layers are formed by a seed layer of NiFe alloy, an upper magnetic pole of NiFe alloy connected with the seed layer, a gap layer of an oxide layer adhered to the seed layer, and a seed layer of NiFe alloy adhered to the gap layer. The seed layer is etched by means of plasma process using gas including chlorine with the upper magnetic pole as a mask. Residual chlorine component is removed by plasma tail-end process using plasma including H₂O or methanol.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-110663
(P2001-110663A)

(43)公開日 平成13年4月20日 (2001.4.20)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	データ* (参考)
H 0 1 F 41/14		H 0 1 F 41/14	5 D 0 3 3
G 1 1 B 5/31		G 1 1 B 5/31	C 5 E 0 4 9

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 15 頁)

(21)出願番号	特願平11-288658	(71)出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22)出願日	平成11年10月8日 (1999.10.8)	(71)出願人	000005083 日立金属株式会社 東京都港区芝浦一丁目2番1号
		(72)発明者	吉岡 健 山口県下松市東豊井794番地 株式会社日立製作所笠戸事業所内
		(74)代理人	100074631 弁理士 高田 幸彦 (外1名)

最終頁に続く

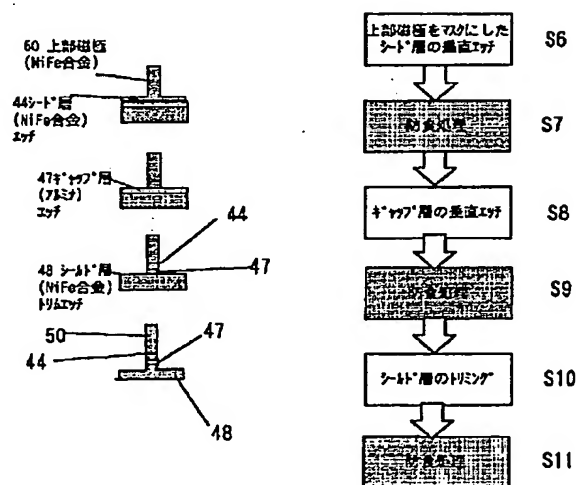
(54)【発明の名称】 試料の処理方法および処理装置並びに磁気ヘッドの製作方法

(57)【要約】

【課題】腐食生成物を除去するような後処理工程をなくし、プラズマを使用して残留した塩素成分を防食処理すれば足りる試料の処理方法、装置並びに磁気ヘッドの製造方法を提供する。

【解決手段】NiFe合金から成るシード層およびこれに接続したNiFe合金から成る上部磁極と、シード層に密着する酸化膜から成るギャップ層と、およびギャップ層に密着するNiFe合金から成るシールド層とから積層膜を形成し、上部磁極をマスクにしてシード層を塩素を含むガス系を用い、プラズマ処理を行ってエッチング加工を行い、その後残留塩素成分をH₂Oあるいはメタノールを含むガスプラズマによるプラズマ後処理を行って除去する。

図 8



【特許請求の範囲】

【請求項1】基板上に形成され、NiFe合金またはNiFeCo合金からなる層を少なくとも一層を含む積層膜をエッチング処理室において塩素を含むガス系によるガスプラズマにより試料温度200℃以下でエッチング処理する第1のステップと、
該第1のステップの処理により露出した前記積層物をH₂Oあるいはメタノールを含むガスプラズマにより、50Pa以上の圧力にて、試料温度200℃以下で、処理するプラズマ後処理によって前記積層物に付着した残留塩素成分を除去する第2のステップと、を有して構成される試料の処理方法。

【請求項2】請求項1において、ガスプラズマを、Cl₂、BCl₃、Ar、O₂の少なくとも1種のガスあるいはこれらのガスを組み合わせて生成する試料の処理方法。

【請求項3】請求項1において、他の積層物の層として、

- (A) フォトリソスト層、
- (B) アルミナ(Al₂O₃)層、
- (C) 酸化シリコン層、
- (D) Cu層、
- (E) Ta層
- (F) Cr層

の少なくとも一層を具有し、処理室においてガスプラズマによりエッチング処理される試料の処理方法。

【請求項4】請求項1において、前記基板は、Al₂O₃とTiCで構成する焼結体基板であり、該基板上にNiFe合金から成る層が形成され、処理室においてガスプラズマによりエッチング処理される試料の処理方法。

【請求項5】上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される多層レジスト加工方法において、上部フォトリソスト層、SiO₂もしくはアルミナで成るハードマスク層、下部フォトリソスト層およびNiFe合金またはNiFeCo合金で成るシード層から積層膜を形成し、

上部フォトリソスト層をマスクに、ハードマスク層をプラズマ処理によりエッチングし、

さらにハードマスク層をマスクに、下部フォトリソスト層を塩素を含むガス系を用い、プラズマ処理により深溝を形成して該溝の底部にシード層を露出せしめ、

該露出したシード層に付着した残留塩素成分をH₂Oあるいはメタノールを含むガスプラズマによるプラズマ後処理によって除去し、

しかる後に前記深溝にNiFe合金を埋め込んで前記シード層と接続する、工程を含んで上部磁極を形成することを特徴とする磁気ヘッドの製作方法。

【請求項6】上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される磁気ヘッドのシード層加工方法におい

て、

NiFe合金またはNiFeCo合金から成るシード層およびこれに接続したNiFe合金から成る上部磁極と、シード層に密着する酸化膜から成るギャップ層と、およびギャップ層に密着するNiFe合金から成るシールド層とから積層膜を形成し、

上部磁極をマスクにしてシード層を塩素を含むガス系を用い、プラズマ処理を行ってエッチング加工を行い、その後残留塩素成分をH₂Oあるいはメタノールを含むガスプラズマによるプラズマ後処理によって除去する、工程を含んで構成されることを特徴とする磁気ヘッドの製作方法。

【請求項7】上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される磁気ヘッドのギャップ加工方法において、

NiFe合金またはNiFeCo合金から成るシード層およびこれに接続したNiFe合金から成る上部磁極と、シード層に密着する酸化膜から成るギャップ層と、およびギャップ層に密着するNiFe合金から成るシールド層とから積層膜を形成し、

シード層をエッチング加工を行い、

上部磁極をマスクにしてギャップ層を塩素またはフッ素ガスを含むガス系を用い、プラズマ処理を行ってエッチング加工を行い、

その後残留塩素成分をH₂Oあるいはメタノールを含むガスプラズマによるプラズマ後処理によって除去する、工程を含んで構成されることを特徴とする磁気ヘッドの製作方法。

【請求項8】上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される磁気ヘッドのトリム加工方法において、

NiFe合金から成るシード層およびこれに接続したNiFe合金から成る上部磁極と、シード層に密着する酸化膜から成るギャップ層と、およびギャップ層に密着するNiFe合金から成るシールド層とから積層膜を形成し、

シード層をエッチング加工を行い、

ギャップ層をエッチング加工を行い、

上部磁極をマスクにしてシールド層を塩素を含むガス系を用い、プラズマ処理を行ってトリムエッチング加工を行い、

その後残留塩素成分をH₂Oあるいはメタノールを含むガスプラズマによるプラズマ後処理によって除去する、工程を含んで構成されることを特徴とする磁気ヘッドの製作方法。

【請求項9】上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される磁気ヘッドの製作方法において、

NiFe合金から成るシード層およびこれに接続したNiFe合金から成る上部磁極と、シード層に密着する酸化膜から成るギャップ層と、およびギャップ層に密着す

10

20

30

40

50

るNiFe合金から成るシード層とから積層膜を形成し、上部磁極をマスクにしてシード層、ギャップ層およびシールド層についてプラズマ処理により連続してエッチング加工を行い、加工面の残留塩素成分をH₂Oあるいはメタノールを含むガスプラズマによるプラズマ後処理によって除去する、工程を含んで構成されることを特徴とする磁気ヘッドの製作方法。

【請求項10】請求項9において、ギャップ層は塩素またはフッ素ガス系のプラズマにより、またシード層およびシールド層は塩素およびアルゴンガス系のプラズマによる加工を行うことを特徴とする磁気ヘッドの製作方法。

【請求項11】基板上に積層された試料をエッチングする試料の処理装置において、プラズマ形成ガスの供給を受け、ガスプラズマを発生し、基板上に形成されたNiFe合金またはNiFeC_o合金からなる層を少なくとも一層を含む積層膜をエッチング処理室において塩素を含むガス系によるガスプラズマにより試料温度200℃以下でエッチングするエッチング処理装置と、エッチング処理により露出した前記NiFe合金で成る層をH₂Oあるいはメタノールを含むガスプラズマにより、50Pa以上の圧力にて、試料温度200℃以下で、処理するプラズマ後処理によって付着した残留塩素成分を除去するプラズマ後処理装置と、を備えて構成されることを特徴とする試料の処理装置。

【請求項12】請求項9において、大気ローダと、真空搬送ロボットをその中に有する真空搬送室と、大気ローダと真空搬送室とを連結し、試料が送られるアンロードおよびロードロック室とを有し、前記真空搬送室には、前記エッチング処理装置のエッチング処理室が接続され、かつ前記大気ローダには、前記プラズマ後処理装置のプラズマ後処理室が接続されていることを特徴とする試料の処理装置。

【請求項13】請求項11において、前記エッチング処理室は複数個からなることを特徴とする試料の処理装置。

【請求項14】請求項11または12において、前記プラズマ後処理室は複数個からなることを特徴とする試料の処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プラズマエッチング処理を用いた試料の処理方法および処理装置、並びに磁気ヘッドの製作方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体素子基板等の試料は、化学溶液を

用いてエッチング処理されたり、例えば、プラズマを利用してエッチング処理される。このような試料のエッチング処理においては、エッチング処理後の試料の腐食に対して十分な注意を払う必要がある。

【0003】このようなエッチング処理後の試料の防食技術としては、従来、例えば、特開昭59-186326号公報に記載のような、エッチング室と真空を保ってエッチング室に接続されたプラズマ処理室でレジスト膜をプラズマを利用してアッシング（灰化）処理してレジスト膜中等に残存する腐食性物である塩素化合物を除去するものが知られている。また、エッチング処理後の試料の温度を200℃以上とすることで残存する腐食性物である塩化物の気化を助長し、それによって、エッチング処理後の試料の腐食を防止することが可能とされている。また、例えば、特開昭61-133388号公報に記載のような、エッチング処理後の試料である被処理物をエッチング処理室から取り出して熱処理室に搬送し、ここで加熱空気を被処理物に吹き付け乾燥させ、その後、該被処理物を熱処理室外に取り出して水洗、乾燥させることで、エッチング処理後の被処理物の大気との反応による腐食を防止しようとするものが知られている。

【0004】特開平2-224233号公報には、互いに異なるイオン化傾向を持つ金属を含む積層物の試料を、第1の処理室において前記積層物上に形成したレジストマスクを介して第1のガスプラズマによりエッチング処理する第1のステップと、第2の処理室で前記第1のガスプラズマとは別のガス雰囲気内において形成される第2のガスプラズマにより前記試料を処理し、前記レジストマスクの除去及び前記第1のステップで形成され前記互いに異なるイオン化傾向を持つ金属を含む積層物の側壁に付着した残留腐食生成物を除去する第2のステップと、前記第1のステップ及び前記第2のステップの処理により露出した前記試料の表面を少なくとも一つの液体と接触させ、前記積層物の側壁に付着し前記第2のステップで除去しきれなかった前記残留腐食生成物の残部を除去する第3のステップとを有し、前記第1のステップにおいて、Al合金膜とTiW膜またはTiN膜とを積層した前記試料を、レジストマスクを介して減圧下で塩素を含むガスプラズマを利用してエッチング処理し、前記第2のステップにおいて、酸素を含むガスプラズマを利用して前記試料をアッシング処理し、前記第3のステップにおいて、前記試料を水と接触させて水洗し、前記第3のステップは、前記第1のステップからの残留腐食生成物を除去するために、(a)水で洗浄するステップ、(b)アルカリ液体で洗浄した後、水で洗浄するステップ、(c)酸性液体で洗浄後、水で洗浄するステップ、または(d)ブッ硝酸で洗浄後、水で洗浄するステップ、のいずれか1つである試料処理方法が記載されている。

【0005】薄膜磁気ヘッド、磁気センサー等の磁極に

用いられるFeを含む物質のエッチング方法が特開平4-107281号公報に記載されている。この公報には、試料表面に形成されたFeを含む合金、特にFe-Si-Al合金を含む物質のエッチング方法において、試料を真空中で250℃以上でこの試料の融点以下の温度範囲に加熱しつつ、塩素系ガスの雰囲気中で反応性イオンミリング法でエッチングを行う工程と、試料表面に残留したエッチング残留物を、試料を250℃以上の高温に保ち塩素イオンシャワーを試料に印加する方法で、完全に塩素系ガスと反応させる後処理工程と、前記試料を純水中に保持し、前記後処理工程で生成したエッチング生成物を溶解除去する純水処理工程とをこの順に行うことを特徴とするFeを含む物質のエッチング方法が記載されている。

【0006】アルミニウムを含む積層配線材料の試料をエッチングした後、ハロゲン成分とレジスト成分を同時に除去することを記述した公報として特公平7-93293号公報がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】特開平4-107281号公報には、磁気ヘッドを構成する場合に、例えば3μm厚の純Feをアルゴンイオンミリング法でエッチングする際には、エッチングレートが150Å/min程度であるため、200minかかることが従来の問題とされた。これは、エッチング速度が入射イオン数によって律速されているためであり、エッチング速度をより向上させるために、特開平4-107281号公報では試料を250℃以上に加熱しつつ、塩素系ガスの雰囲気中で反応性イオンミリング法を適用すればエッチングレートは1000Å/min程度に向上できた。しかし、試料によっては温度250℃以上の加熱に堪えないものがあり、その場合に上記手法が適用できない問題点があった。特に、磁気ヘッド製作に用いられるNiFe合金の強磁性材料を含む積層膜のエッチングでは、試料温度が230℃以上になると、NiFe膜の磁気特性が損なわれ、それが常温に戻っても復帰しなくなるため、使えなくなるという問題があった。

【0008】また、特開平4-107281号公報では反応性イオンミリングを実施した後、放置すると試料に腐食が生ずるため、試料を250℃以上の高温に保ち塩素イオンシャワーを試料に印加する後処理工程と、試料を純水中に保持する純水処理工程とを順に行う防食プロセスが提案されている。しかし、再び、試料温度250℃以上が必要となる点と、イオンシャワー工程に引き続き純水保持工程といった複雑な防食手順を要し、高コストになるという問題があった。

【0009】上記複雑な防食手順は、対象とする試料がFe-Si-Al合金であり特開平2-224233号公報記載のように、大きく異なるイオン傾向を持つ二つの金属を含むため腐食性が高いと考えられる。

【0010】(本発明)は、NiFe合金を含む積層膜のエッチングにおいて、高エッチングレートでかつ、素子を破壊しない程度の十分な低温度でエッチングでき、かつシンプルで低コスト上の防食処理を可能とする試料の処理方法および装置、並びにその応用としての磁気ヘッドの製造方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、NiFe合金で形成した試料、例えば磁気ヘッドの磁極を比較的高密度のプラズマ源にて、プラズマ処理してエッチングすることと、エッチング加工した後に、直ちにH₂Oあるいはメタノールを含むガスプラズマにより、50Pa以上の圧力にて、試料温度200℃以下で、処理するプラズマ後処理の防食処理を施すことと組み合わせることを特徴とする。

【0012】高密度のプラズマ源とは、誘導結合型プラズマ装置、ヘリコン型プラズマ装置、2周波励起平行平板型プラズマ装置、マイクロ波型プラズマ装置等を目指し、1~10[mA/cm²]程度の飽和イオン電流密度のプラズマを試料に照射できるプラズマ源である。従来のイオンミリングや平行平板型の低密度プラズマ源に比べて、10~100倍のプラズマ密度を持つ。また、これらの高密度プラズマ源においては、プラズマ生成のための高周波電源とは別の、高周波電源が試料台に装着されていて、試料に入射するイオンエネルギーは、独立に制御できるようになっている。このプラズマ源を用いると、入射イオン数が十分に多いので、入射するイオンのエネルギーを、50~500[eV]と、ミリング法等にくらべて、1/2~1/10倍低く設定し、また、試料温度も低くしても、高いエッチングレートが可能となる。例えば、試料温度40℃、イオンエネルギー300[eV]にて、100nm/minのエッチング速度が実現できる。試料温度が40~60℃の範囲にあると、試料台の設計が簡素化され、コスト低減に寄与するというメリットもある。

【0013】また、高密度プラズマ処理は打ち込みイオンエネルギーが低い場合、打ち込まれた塩素イオンのNiFe合金層への浸透深さが浅いことと、NiとFeとはイオン化傾向が極めて似かよった金属であり、前述したようなイオン化傾向による腐食機構が作用せず、エッチング後に50Pa以上の圧力にて、試料温度200℃以下で、H₂Oあるいはメタノールを含むガスプラズマに晒すことで、表面層に付着した残留塩素成分を除去することで防食が可能となるため、よりシンプルで低コストの防食手段が可能となる。

【0014】また、磁気ヘッド製作のための、積層膜には、NiFe合金膜以外にアルミナや酸化シリコン膜等の酸化膜層、あるいはフォトレジスト層等の種々の層があり、これらをプラズマにてエッチング加工するが、エッチング加工に伴って、下地からNiFe合金層が露出

したり、NiFe合金層そのものをマスクにして、例えば酸化膜層をエッチングすることがあり、その際にもNiFe合金層が、塩素あるいはフッ素プラズマ雰囲気中に晒され、エッチング後の防食処理が必要となる。これらのエッチングステップに対しても、H₂Oあるいはメタノールを含むガスプラズマに晒すことで、防食処理が可能となる。

【0015】本発明は、具体的には、次に掲げる方法及び装置を提供する。

【0016】本発明は、基板上に形成され、NiFe合金またはNiFeCo合金からなる層を少なくとも一層を含む積層膜をエッチング処理室において塩素を含むガス系によるガスプラズマにより試料温度200℃以下でエッチング処理する第1のステップと、該第1のステップの処理により露出した前記積層物をH₂Oあるいはメタノールを含むガスプラズマにより、50Pa以上の圧力にて、試料温度200℃以下で、処理するプラズマ後処理によって前記積層物に付着した残留塩素成分を除去する第2のステップと、を有して構成される試料の処理方法を提供する。

【0017】本発明は更に、ガスプラズマを、Cl₂、BCl₃、Ar、O₂の少なくとも1種のガスあるいはこれらのガスを組み合わせて生成する試料の処理方法を提供する。

【0018】本発明は、他の積層物の層として、(A)フォトレジスト層、(B)アルミナ(Al₂O₃)層、(C)酸化シリコン層、(D)Cu層、(E)Ta層、(F)Cr層の少なくとも一層を具有し、処理室においてガスプラズマによりエッチング処理される試料の処理方法を提供する。

【0019】本発明は更に、Al₂O₃とTiCで構成する焼結体基板であり、該基板上にNiFe合金から成る層が形成され、処理室においてガスプラズマによりエッチング処理される試料の処理方法を提供する。

【0020】本発明は、上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される磁気ヘッドの製作方法において、上部フォトレジスト層、SiO₂もしくはアルミナで成るハードマスク層、下部フォトレジスト層およびNiFe合金で成るシード層から積層膜を形成し、上部フォトレジスト層をマスクに、ハードマスク層をプラズマ処理によりエッチングし、さらにハードマスク層をマスクに、下部フォトレジスト層を塩素を含むガス系を用い、プラズマ処理により深溝を形成して該溝の底部にシード層を露出せしめ、該露出したシード層に付着した残留塩素成分をH₂Oあるいはメタノールを含むガスプラズマによるプラズマ後処理によって除去し、しかる後に前記深溝にNiFe合金を埋め込んで前記シード層と接続する、工程を含んで上部磁極を形成する磁気ヘッドの製作方法を提供する。

【0021】本発明は、上部磁極とこれに対向配置され

る下部磁極とから構成される磁気ヘッドの製作方法において、NiFe合金から成るシード層およびこれに接続したNiFe合金から成る上部磁極と、シード層に密着する酸化膜から成るギャップ層と、およびギャップ層に密着するNiFe合金から成るシールド層とから積層膜を形成し、上部磁極をマスクにしてシード層を塩素を含むガス系を用い、プラズマ処理を行ってエッチング加工を行い、その後残留塩素成分をH₂Oあるいはメタノールを含むガスプラズマによりプラズマ後処理によって除去する、工程を含んで構成される磁気ヘッドの製作方法を提供する。

【0022】本発明は、上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される磁気ヘッドの製作方法において、NiFe合金から成るシード層およびこれに接続したNiFe合金から成る上部磁極と、シード層に密着する酸化膜から成るギャップ層と、およびギャップ層に密着するNiFe合金から成るシールド層とから積層膜を形成し、シード層をエッチング加工を行い、上部磁極をマスクにしてギャップ層を塩素またはフッ素ガスを含むガス系を用い、プラズマ処理を行ってエッチング加工を行い、その後残留塩素成分をH₂Oあるいはメタノールを含むガスプラズマによるプラズマ後処理によって除去する、工程を含んで構成される磁気ヘッドの製作方法を提供する。

【0023】本発明は、上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される磁気ヘッドの製作方法において、NiFe合金から成るシード層およびこれに接続したNiFe合金から成る上部磁極と、シード層に密着する酸化膜から成るギャップ層と、およびギャップ層に密着するNiFe合金から成るシールド層とから積層膜を形成し、シード層をエッチング加工を行い、ギャップ層をエッチング加工を行い、上部磁極をマスクにしてシールド層を塩素を含むガス系を用い、プラズマ処理を行ってトリムエッチング加工を行い、その後残留塩素成分をH₂Oあるいはメタノールを含むガスプラズマによるプラズマ後処理によって除去する、工程を含んで構成される磁気ヘッドの製作方法を提供する。

【0024】本発明は、上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される磁気ヘッドの製作方法において、NiFe合金から成るシード層およびこれに接続したNiFe合金から成る上部磁極と、シード層に密着する酸化膜から成るギャップ層と、およびギャップ層に密着するNiFe合金から成るシード層とから積層膜を形成し、上部磁極をマスクにしてシード層、ギャップ層およびシールド層について垂直方向のみのプラズマ処理によりそれぞれエッチング加工を行い、加工面の残留塩素成分をH₂Oあるいはメタノールを含むガスプラズマによるプラズマ後処理によって除去する、工程を含んで構成される磁気ヘッドの製作方法を提供する。

【0025】本発明は、ギャップ層は塩素またはフッ素

ガス系のプラズマにより、またシード層およびシールド層は塩素およびアルゴンガス系のプラズマによる加工を行う磁気ヘッドの製作方法を提供する。

【0026】本発明は、基板上に積層された試料をエッチングする試料の処理装置において、プラズマ形成ガスの供給を受け、ガスプラズマを発生し、基板上に形成されたNiFe合金またはNiFeCo合金からなる層を少なくとも一層を含む積層膜をエッチング処理室において塩素を含むガス系によるガスプラズマにより試料温度200℃以下でエッチングするエッチング処理装置と、エッチング処理により露出した前記NiFe合金で成る層をH₂Oあるいはメタノールを含むガスプラズマにより、50Pa以上の圧力にて、試料温度200℃以下で、処理するプラズマ後処理によって付着した残留塩素成分を除去するプラズマ後処理装置と、を備えて構成される試料の処理装置を提供する。

【0027】本発明は更に、大気ロードと、真空搬送ロボットをその中に有する真空搬送室と、大気ロードと真空搬送室とを連結し、試料が送られるアンロードおよびロードロック室とを有し、前記真空搬送室には、前記エッチング処理装置のエッチング処理室が接続され、かつ前記大気ロードには、前記プラズマ後処理装置のプラズマ後処理室が接続されている試料の処理装置を提供する。

【0028】本発明は更に、前記エッチング処理室は複数個からなる試料の処理装置を提供する。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明にかかる一実施例を図面に基いて説明する。

【0030】図1は、本発明の実施例の概略構成を示し、図2は図1の真空部分の断面を示す。これらの図において、試料の処理装置は、エッチング処理装置1、真空搬送装置2、ロードロック室3、アンロードロック室4、大気搬送装置5、プラズマ後処理装置20、大気ロード7およびカセット8を備えている。

【0031】エッチング処理装置1としては、試料を減圧下で高密度プラズマを利用してエッチング処理する装置が用いられる。誘導結合型プラズマエッチング装置、ヘリコン型プラズマエッチング装置、2周波励起平行平板型プラズマエッチング装置、マイクロ波型プラズマエッチング装置等が採用される。

【0032】プラズマ後処理装置20の処理室には、後処理ガスが所定流量で導入されると共に、該後処理ガスの一部は該処理室より排気される。これにより、該処理室の圧力は、所定の後処理圧力に調節される。その後、該処理室にある後処理ガスは、この場合、マイクロ波、あるいは誘導結合高周波による高周波電界の作用によりプラズマ化される。試料台（図示せず）に設置されたエッチング処理済みの試料は、このプラズマを利用して後処理される。このようなエッチング処理済みの試料の後

処理が終了した時点で、後処理ガスの導入、該後処理ガスのプラズマ化が停止される。

【0033】図3にエッチング処理装置1の構造例を示し、図4にプラズマ後処理装置20の構造例を示す。

【0034】図3において、エッチング処理装置1は、アルミナセラミックスあるいは石英ベルジャ10で構成されるエッチング処理室11、試料台12、処理ガス導入部13、真空排気部14、誘導コイル（例えば13MHz、2KW）15を備え、試料台12には、被処理物18、例えば後述する磁極材が載せられて加工される。また、試料台12には、高周波装置16（例えば800kHz、200W）が接続される。ガス圧力は0.1-2Pa程度の低圧を使う。

【0035】図4において、プラズマ後処理装置20は、石英ベルジャ10で構成される後処理室51、試料台52、処理ガス導入部53、真空排気部54、誘導コイル（例えば13MHz、2KW）55を備え、試料台52には、被処理物58、例えば後述する磁極材が載せられて後処理される。また、試料台52は、50～200℃に温調できるようになっており、試料を200℃以下の望ましい温度に設定できる。ガスはH₂O、CH₃OH、NH₃等のガスを含み且、減圧下で、気相となるガス材料を、その他の添加ガス（例えば、酸素）とともに用いる。ガス圧力は後処理の場合、50～200Paと、比較的高圧にする。プラズマ放電により、ガスを解離し、プラズマ生成よりむしろ水素原子ラジカルを主として生成するのに、前記圧力が好適となる。

【0036】イオンミリングあるいは低密度プラズマを使用した場合、マスクに対する選択比が低い。例えばAl₂O₃エッチング時のマスク材料（NiFe）との選択比は（0.2～1.0）に対し、高密度プラズマでは（1.0～10.0）が得られる。これは、試料に入射するイオンエネルギーが500V～3KVと高く、エッチングしたい材料も、マスク材料も非選択的、物理的にエッチングしてしまうためである。

【0037】高密度プラズマの場合は、図3に示したように、通常高密度プラズマを作るための高周波電源とはべつに、試料台に直接印加できる第二の高周波電源が具備されており、その第二の電源出力を制御して、試料に入射するイオンのエネルギーをコントロールできるようになっている。イオンの入射エネルギーを50～500V程度と低く設定すると同時に、例えばアルミナエッチ時はBCl₃、ガス系を、NiFe合金エッチのときは塩素系というように、ガス系を選択すれば選択比を大きく取ることができる。

【0038】真空搬送装置2は、エッチング処理装置1の処理ステーション（図示省略）とロードロック室3、アンロードロック室4との間で処理済み試料を搬送する機能を有する。大気搬送手段5は、ロードロック室3、アンロードロック室4とプラズマ後処理装置20との間

で処理済み試料を搬送する機能を有する。試料搬送装置としては、公知の搬送手段、例えば、機械的に、または、電気的に、または、磁気的に回転または往復動させられるアームに試料をその裏面からすくい保持する試料すくい具や試料をその外周縁でつかみ保持する試料つかみ具や試料を吸着、例えば、電磁吸着、真空吸着する試料吸着具が設けられたアーム搬送装置や、駆動ローラと従動ローラとに無端ベルトが巻き掛けられたベルト搬送装置や、気体の吹出し力により試料を搬送する装置等が採用される。真空搬送装置2は、エッチング処理装置1が試料を減圧下でプラズマを利用して処理する装置である場合、処理済み試料を大気に露呈させることなく減圧空間で搬送可能に設けられている。

【0039】アンロードロック室4からの試料を回収用のカセット8に搬送する大気搬送装置5が設けられている。カセット8、カセット台9に載置される。

【0040】エッチング処理装置1が、例えば、試料を減圧下でプラズマを利用して処理する装置である場合、エッチング処理装置1の試料処理雰囲気とエッチング処理装置1で処理される試料がエッチング処理装置1に搬送される空間並びに処理済み試料が搬送される空間とは、連通及び遮断可能になっている。また、プラズマ後処理装置20の試料後処理雰囲気と処理済み試料が搬送される空間並びに後処理済み試料が搬送される空間とは、連通及び遮断可能になっている。

【0041】エッチング処理装置1の試料処理雰囲気には、処理ステーションが設けられている。エッチング処理装置1が試料を減圧下でプラズマを利用して処理する装置である場合、処理ステーションは、試料台12である。試料台12には、試料が1個または複数個設置可能である。

【0042】図5に示すように、エッチング処理装置1、プラズマ後処理装置20および大気ローダ7の間には試料搬送装置、すなわち真空搬送装置2、大気搬送装置5が設けられて試料の搬送を行う。真空搬送装置2は、真空搬送ロボット（図示せず）をその中に有する真空搬送室を備える。

【0043】次に、試料として磁気ヘッドの磁極が用いられる場合について説明する。

【0044】図6は、磁気ヘッドの典型的な例を示す。磁気ヘッド31は、書込ヘッド32および再生ヘッド33から成り、書込ヘッド32は、上部磁極34、コイル35および上部シールド36を備え、再生ヘッド33はGMR・再生ヘッド37、下部磁極38、下部シールド39を備え、上部磁極34、下部磁極38は次のようにして製作される。尚、図6に矢印でディスクスライド方向を示す。

【0045】本発明は、FeNiを含む合金層（Alを含まない）をもつ積層構造の素子に最適に適用される。以下、FeNi合金からなる層を少なくとも一層含み、

製造工程によってはそのマスクとなるフォトリソスト層を含む積層膜エッチング処理室11において処理ガス、例えば塩素を含むガス系によるガスプラズマによりエッチング処理する場合について説明する。

【0046】図7は、三層レジストエッチングによる上部磁極形成のステップを示す。試料は、0.5~1.0 μm厚の上部フォトリソスト（PR）層41、1000~4000 Å厚のSiO₂もしくはアルミナで成るハードマスク層42（図ではSiO₂層を示す。）2~6 μm厚の下部フォトリソスト層43、1000~3000 Å厚のNiFe合金で成るシード層44（図では下地NiFe層として示す。）からなる積層膜40を構成する。

【0047】PR層41への露光を行い、マスクパターンの形成を行う（S1）。

【0048】次いで、SiO₂膜42のエッチングを行う（S2）。この場合のエッチング幅は、例えば0.4 μmとする。

【0049】PR層は、例えば4 μmとしてあり、これを垂直エッチング処理を行う（S3）。これによってレジスト深溝エッチメッキフレームを形成する。すなわち、ハードマスク層をマスクに、下部フォトリソスト層を塩素を含むガス系を用い、プラズマ処理により深溝45を形成する。そして、深溝の底部にシード層44を露出させる。この深溝の底面ならびに他のNiFe露出面に防食処理を施す（S4）。この場合の防食処理はH₂Oあるいはメタノールを含むガスプラズマによるプラズマ後処理により行う。

【0050】該深溝の底部に露出したシード層44に付着した残留塩素成分を、プラズマ後処理して除去する。

【0051】ステップS2のエッチング際にしての、エッチング終点検出は、図3に示すように、プラズマの発光をエッチング処理装置1に装着したグラスファイバ21にて取り出し、分光器19に送って、例えばSiFの発光ラインを分光にて抽出して行う。すなわち、エッチングが終点に近くなると、SiFの発光レベルが低下するのでそれを検出・判定する。同様に、S3ステップの終点判定は、COあるいは、エッチングガスにN₂を添加する場合は、CNの発光ラインにて実施する。

【0052】しかる後に、該深溝にNiFe合金をメッキ法、CVD法あるいはスパッタ法にて埋め込み（図ではNiFeメッキ層46を形成した例を示す。）、シード層44と接続して上部磁極を形成する。

【0053】図8は、更にシード層44、ギャップ層47、シールド層48の垂直加工方法を示す。図8は、シード層にシードNiFe層、ギャップ層にギャップAl₂O₃層、シールド層に下地NiFeシード層を使用した例を示す。

【0054】図において、NiFe合金から成るシード層44およびこれに接続したNiFe合金から成る上部磁極50と、シード層44に密着する酸化膜から成るギ

10

20

30

40

50

ャップ層47と、およびギャップ層47に密着するNiFe合金から成るシールド層48とから積層膜51を形成する。

【0055】シード層44は、上部磁極用密着層となる。ギャップ層47は、アルミナもしくはSiO₂/TaOなどの酸化膜で形成される。

【0056】磁気ヘッド層成膜前のCrを含むNiFe合金密着層を、塩素ガス系とアルゴン等希ガス系とでなるガスを添付し、プラズマエッチング加工を行う(S6)。この場合、上部磁極50をマスクにしたシード層44の垂直エッチングを行うことになる。その後、残留したエッチング生成物および残留塩素成分の除去のためH₂Oあるいはメタノールを含むガスプラズマによるプラズマ後処理によって防食処理を施す(S7)。

【0057】ギャップ層47がアルミナの場合、BCl₃/Cl₂ガス系でプラズマエッチング加工を行う(S8)。この場合、上部磁極50をマスクにしたギャップ層47の垂直エッチングを行うことになる。ギャップ層47がSiO₂の場合、フッ素ガスでプラズマエッチング加工を行う。

【0058】その後、残留したエッチング生成物および残留塩素成分の除去のためH₂Oあるいはメタノールを含むガスプラズマによるプラズマ後処理を行って防食処理を施す(S9)。

【0059】次いで、シールド層48を塩素ガス系によるプラズマエッチング加工によりトリミングを行う(S10)。この場合、上部磁極50をマスクにしたシールド層の垂直エッチングを行うことになる。このトリミングにより、上部磁極50と同一断面形状にした中間磁極49を形成することができる。

【0060】その後、残留したエッチング生成物および残留塩素成分の除去のため、H₂Oあるいはメタノールを含むガスプラズマによるプラズマ後処理を行って防食処理を施す(S11)。

【0061】ガスプラズマによるエッチング処理(第1のステップ)の後に、直ちに連続してH₂Oあるいはメタノールを含むガスプラズマによるプラズマ後処理(第2ステップ)を行って腐食を防ぐ。

【0062】ガスプラズマは前述したように塩素ガス以外にもBCl₃、Ar、O₂の少なくとも1種あるいはこれらのガスを組み合わせて生成することができる。

【0063】ガスプラズマによるエッチング処理は200℃以下常温(場合によってはそれ以下でもよい。)の処理温度で実施する。

【0064】NiFe合金による層以外の層としては、(A)フォトリソ層、(B)アルミナ(Al₂O₃)層、(C)酸化シリコン層、(D)Cu層、(E)Ta層の少なくとも一層を具有し、処理室においてガスプラズマによりエッチング処理される。

【0065】前記基板は、Al₂O₃/TiC基板であ

り、該基板上にNiFe合金から成る層が形成され、処理室においてガスプラズマによりエッチング処理される。

【0066】上部磁極50はPR層/Al₂O₃、又はSiO₂層/NiFe合金からなるシード層をそれぞれ1μm/0.5~1.0μm/2~4μmに形成し、Al₂O₃は塩素ガス系、SiO₂はフッ素ガス系、NiFe合金からなるシード層は塩素/アルゴンガス系からなる高密度ガスプラズマによるエッチング処理を行うことができる。ここで高密度とは1~10mA/cm²を、そして低密度は0.1~1mA/cm²(イオン飽和電流密度)程度と定義される。

【0067】図8において、NiFe膜をエッチングするときは、塩素ガス主体のガス系にてエッチングを行う。この時、下地アルミナ膜に対するエッチングレートの比(選択比)は大きく取れる。塩素系主体のガス系では、アルミナ膜がほとんどエッチングされないためである。逆に、アルミナ膜をエッチングするときはBCl₃主体のエッチングを行う。これはアルミナAl₂O₃+2BCl₃→AlCl₃+B₂O₃となり、AlCl₃、B₂O₃ともに真空中で揮発性であるため、エッチングが早く進むためである。この時、BCl₃ガス系では、NiFe膜のエッチングレートは低く、マスクNiFe、あるいは下地NiFe膜に対する選択比が高く取れる。アルゴンイオンミリング法では、こういった化学量論的なエッチング機構が働かず、NiFeをエッチングするときも、アルミナをエッチングするときも選択比は低い。

【0068】図8の各ステップにおけるエッチング終点検出は次のようにして行う。S6のNiFe層エッチ時は、Feの発光ラインをモニタする。S8のアルミナ膜エッチ時は、Alの発光ラインをモニタする。S10のNiFe層のトリミング時は、あらかじめ計測しておいたエッチングレートをもとに、エッチング時間を割り出して、管理する。

【0069】本発明にあってはNiFe合金からなる層を使用しているためと、高密度プラズマ・低エネルギー照射イオンの方式を採用したためにエッチング処理したときに残留する塩素の形態は主として合金表面への塩素の物理・化学吸着状態と考えられる。

【0070】図9はプラズマ後処理の作用を示す。図に示すように、エッチング直後のNiFe合金表面には塩素分子が物理・化学吸着している。大気中放置時の化学反応は、大気中の水分子が塩素分子と反応し、HClを形成し、HClとFeとが反応し表面を腐食することになる。これに対し、本発明によれば、吸着塩素分子は50~200Paの比較的高圧のプラズマによって大量に解離された水素原子との反応によってHCl分子が出来るが、これは減圧雰囲気下では、気相として表面より脱離し、塩素分子が除去される。すなわち、塩素分子の表

面からの引き抜きが行われることになる。この反応は、試料温度が高ければ高いほど早く進むが、試料を破壊しない200℃以下にても、実用上十分な速度で進む。これによって、高密度ガスプラズマによるエッチング処理によって残留エッチング生成物について特別の後処理を施すことなく、残留塩素成分をプラズマ後処理により取り除くだけで防止効果が得られることになる。

【0071】図10は、プラズマエッチング法とイオンミリング法とによる上部磁極の寸法制御特性を示す。イオンミリングあるいは低密度プラズマを使用した場合、マスクに対する選択比が低い。例えば Al_2O_3 エッチング時のマスク材料(NiFe)との選択比は(0.2~1.0)に対し、高密度プラズマでは(1.0~10.0)が得られる。これは、試料に入射するイオンエネルギーが500V~3KVと高く、エッチングしたい材料も、マスク材料も非選択的、物理的にエッチングしてしまうためである。

【0072】高密度プラズマの場合は、図3に示したように、通常高密度プラズマを作るための高周波電源とはべつに、試料台に直接印加できる第二の高周波電源が具備されており、その第二の電源出力を制御して、試料に入射するイオンのエネルギーをコントロールできるようになっている。イオンの入射エネルギーを50~500V程度と低く設定すると同時に、例えばアルミナエッチ時はBC13ガス系を、NiFe合金エッチのときは塩素系というように、ガス系を選択すれば選択比を大きく取ることが出来る。

【0073】上記のように、ミリング法の選択比が低いため上部磁極のスタート時の長さを大きくしなければならない。すなわち、上部磁極に対するエッチング量が大い。よって、上部磁極形成時の寸法制御が困難である。また、ギャップ層をエッチングした時に垂直形状が出にくい(スパッタ物が側壁に付着してテーパー形状となってしまう。)、試料を種々傾けてミリングし、垂直性を確保しなければならない。

【0074】これに対し、本発明の1つの実施例によれば、上部磁極をマスクにして、シード層、ギャップ層およびシールド層について垂直方向のみの高密度プラズマ処理によりエッチング加工を行い、加工面の残留塩素成分の除去のための防食処理を行うことによって図11に示すようにギャップ層の垂直形状を形成することができ

る。また、これによって、図8に示すように中間磁極の垂直形状を上部磁極と同じ形状にして形成することができる。

【0075】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、試料を形成する積層膜にNiFe合金からなる層を形成し、この層を高密度ガスプラズマによるエッチング処理するようにしているのでイオン化傾向による残留エッチング生成物の影響をなくすことができ、エッチング処理後に直ちに H_2O あるいはメタノールを含むガスプラズマによるプラズマ後処理による防食処理を施せば腐食を防止することができる。このため、試料を上部磁極とした場合、上部磁極の垂直加工を極めて容易に行うばかりでなく、その垂直性を大気中において維持することができる。従って、磁気ヘッドとしての基本特性を決めるパラメータの一つであるトラック幅の規定を十分に行うことができるメリットが提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の概略構成図。

【図2】図1の真空部分の断面図。

【図3】エッチング処理装置の構成断面図。

【図4】プラズマ後処理装置の構成断面図

【図5】実施例の一部の説明図。

【図6】磁気ヘッドの概念図。

【図7】三層レジストエッチによる上部磁極形成図。

【図8】シードNiFe層、ギャップ Al_2O_3 層、下地NiFeシールド層の垂直加工形成図。

【図9】プラズマ後処理効果を示す説明図。

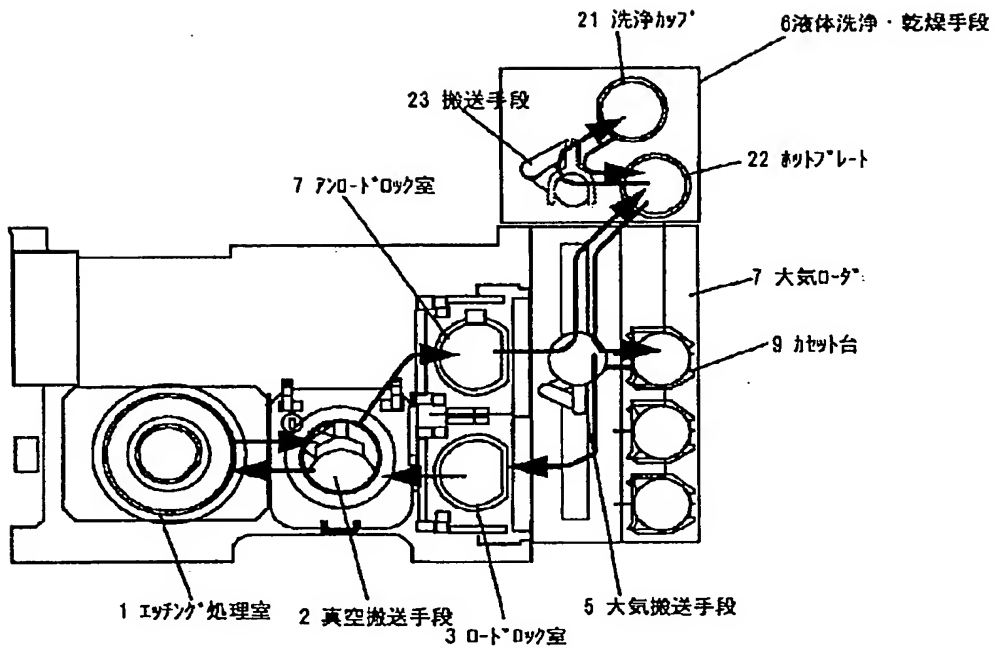
【図10】従来法との比較を示す比較図。

【符号の説明】

1…エッチング処理装置、2…真空搬送装置、3…ロードロック室、4…アンロードロック室、5…大気搬送装置、7…大気ローダ、8…カセット、9…カセット台、11…エッチング処理室、20…プラズマ後処理装置、31…磁気ヘッド、32…書込ヘッド、33…再生ヘッド、34…上部磁極、38…下部磁極、40…積層膜、41…フォトリソ(PR)層、42…ハードマスク層(SiO_2 層)、43…PR層、44…シード層(下地NiFe合金層)、45…深溝、46…NiFeメッキ層、47…ギャップ層、48…シールド層、49…中間磁極、50…上部磁極、51…積層膜。

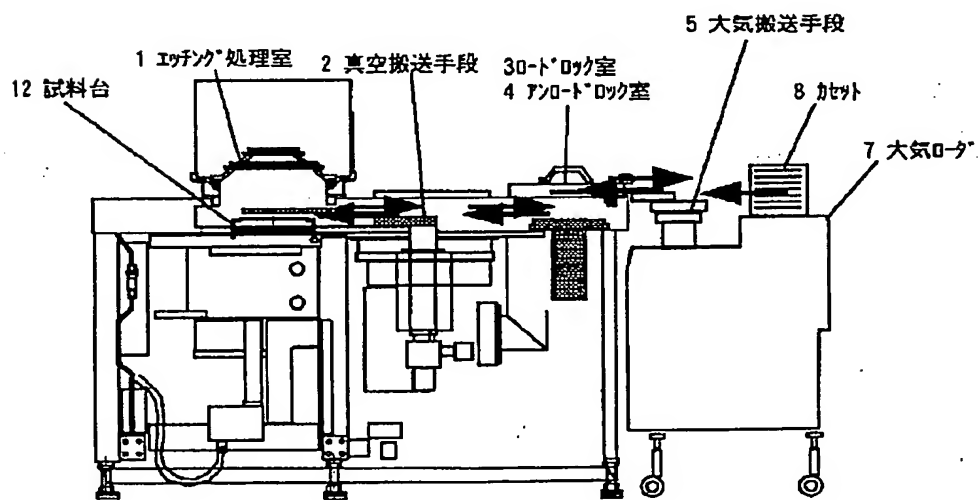
【図1】

図 1



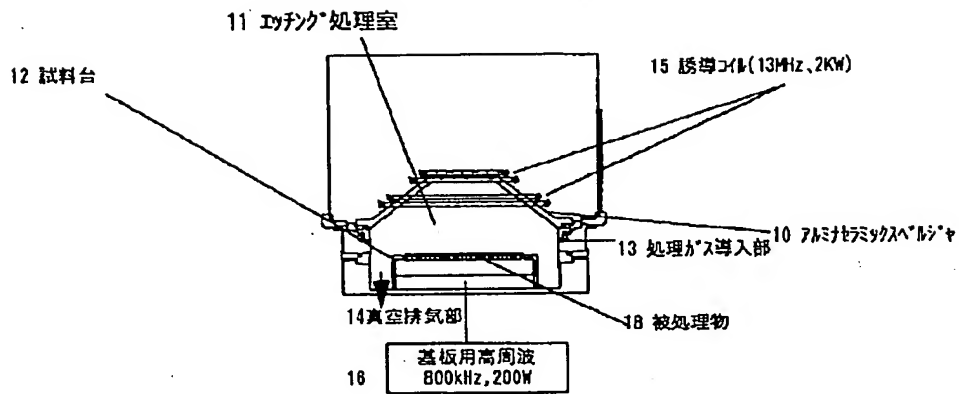
【図2】

図 2



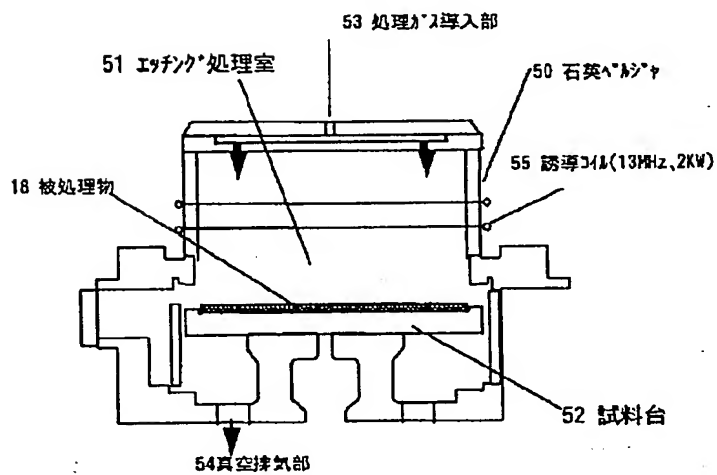
【図3】

図 3



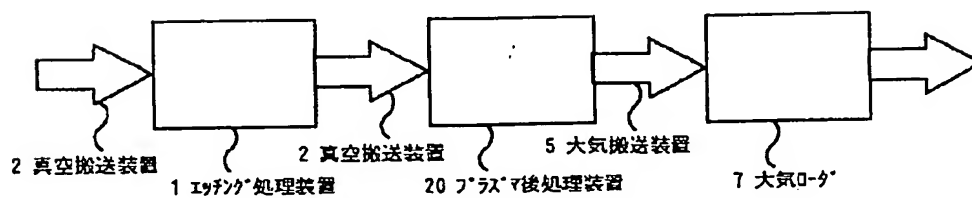
【図4】

図 4



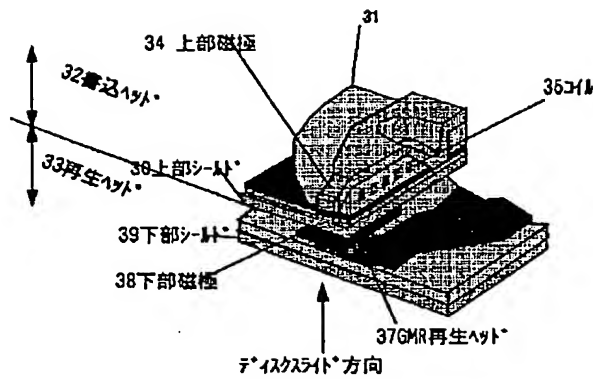
【図5】

図 5



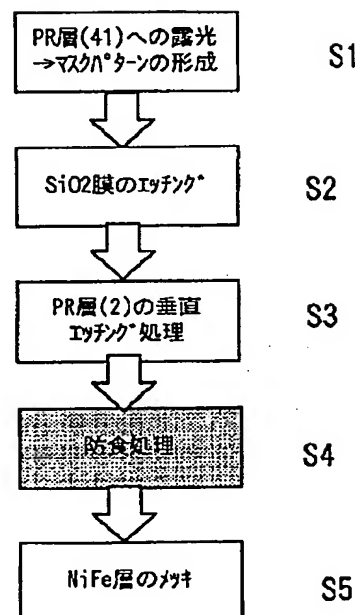
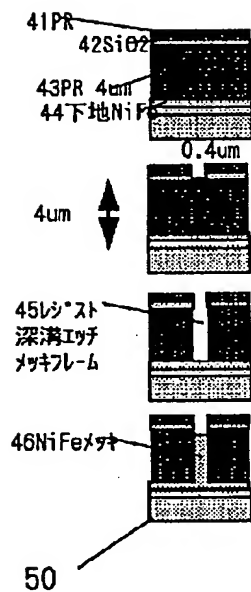
【図6】

図 6



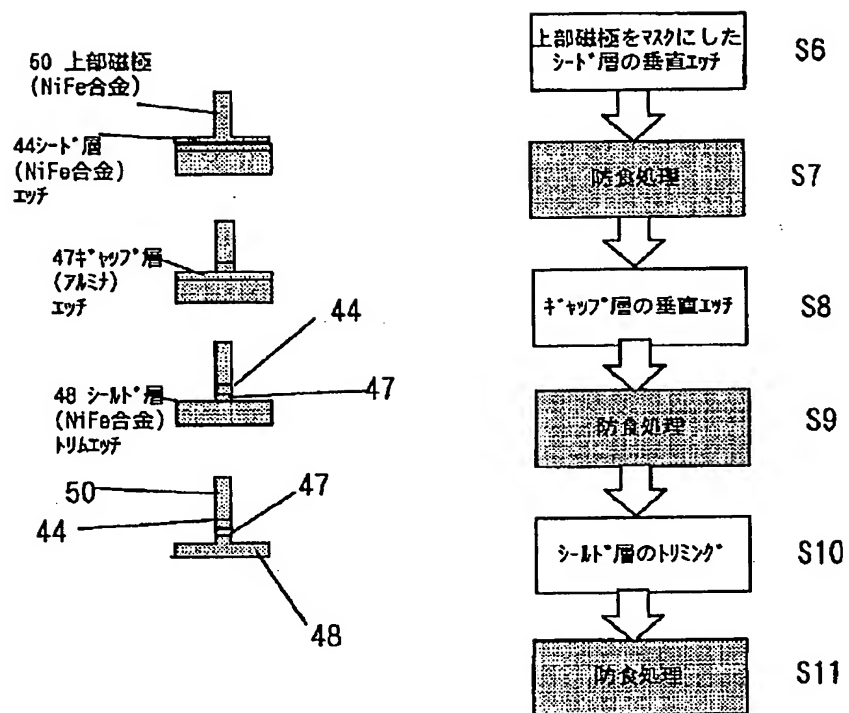
【図7】

図 7



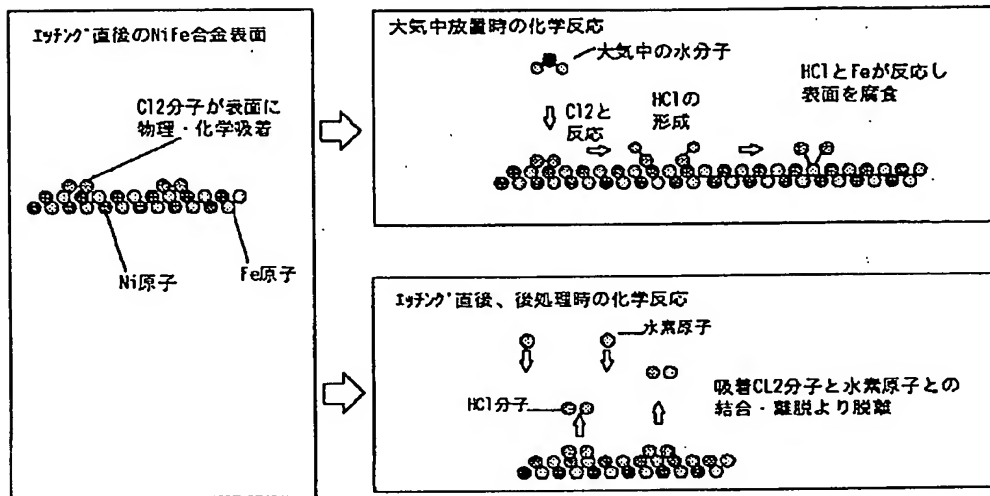
【図8】

図 8



【図9】

図 9



【図10】

図 10

	エッチ前	エッチ後
プラスマイエッチング		
ミリング		

選択比低いため上部磁極のスタート長さが大→上部磁極形成時の寸法制御が困難

【手続補正書】

【提出日】平成12年1月14日(2000.1.14)

【手続補正1】

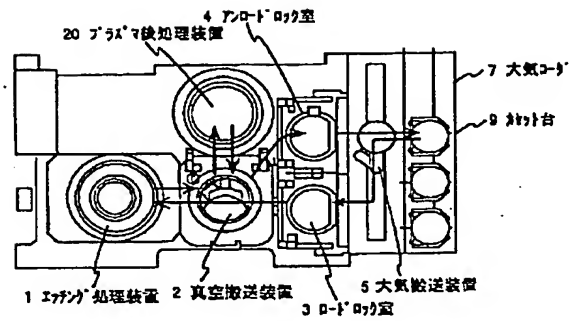
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図1

【補正方法】変更

【補正内容】

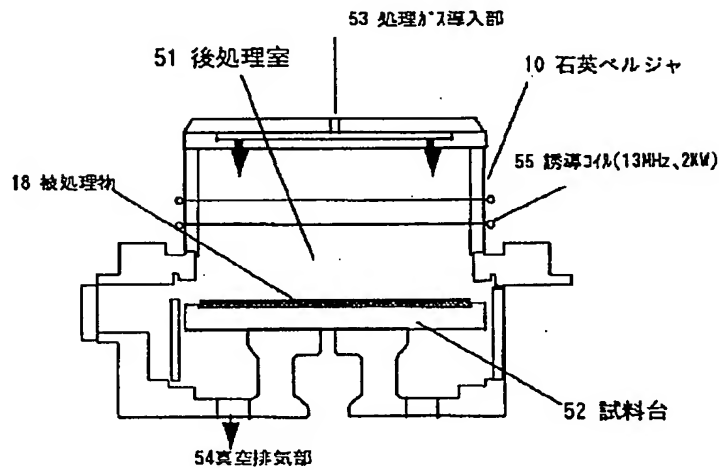
【図1】

図
一

【手続補正2】
【補正対象書類名】図面
【補正対象項目名】図4

*【補正方法】変更
【補正内容】
*【図4】

図 4



フロントページの続き

(72)発明者 鳥居 善三
栃木県真岡市松山町18番地 日立金属株式
会社電子部品工場内
(72)発明者 府山 盛明
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者 岡田 智弘
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 金井 三郎
山口県下松市東豊井794番地 株式会社日
立製作所笠戸事業所内
(72)発明者 臼井 建人
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日
立製作所機械研究所内
(72)発明者 原田 仁
栃木県真岡市松山町18番地 日立金属株式
会社電子部品工場内

Fターム(参考) 5D033 BA03 CA06 DA08
5E049 AA01 AA09 BA12 FC01 FC10